

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
11 DE 3045033 C2

21 Aktenzeichen: P 30 45 033.0-35
22 Anmeldetag: 26. 11. 80
43 Offenlegungstag: 8. 7. 82
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 4. 8. 88

51 Int. Cl. 4:
G 01 R 19/25
G 01 R 19/02
G 01 R 21/00
G 06 G 7/12

DE 3045033 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,
DE

72 Erfinder:

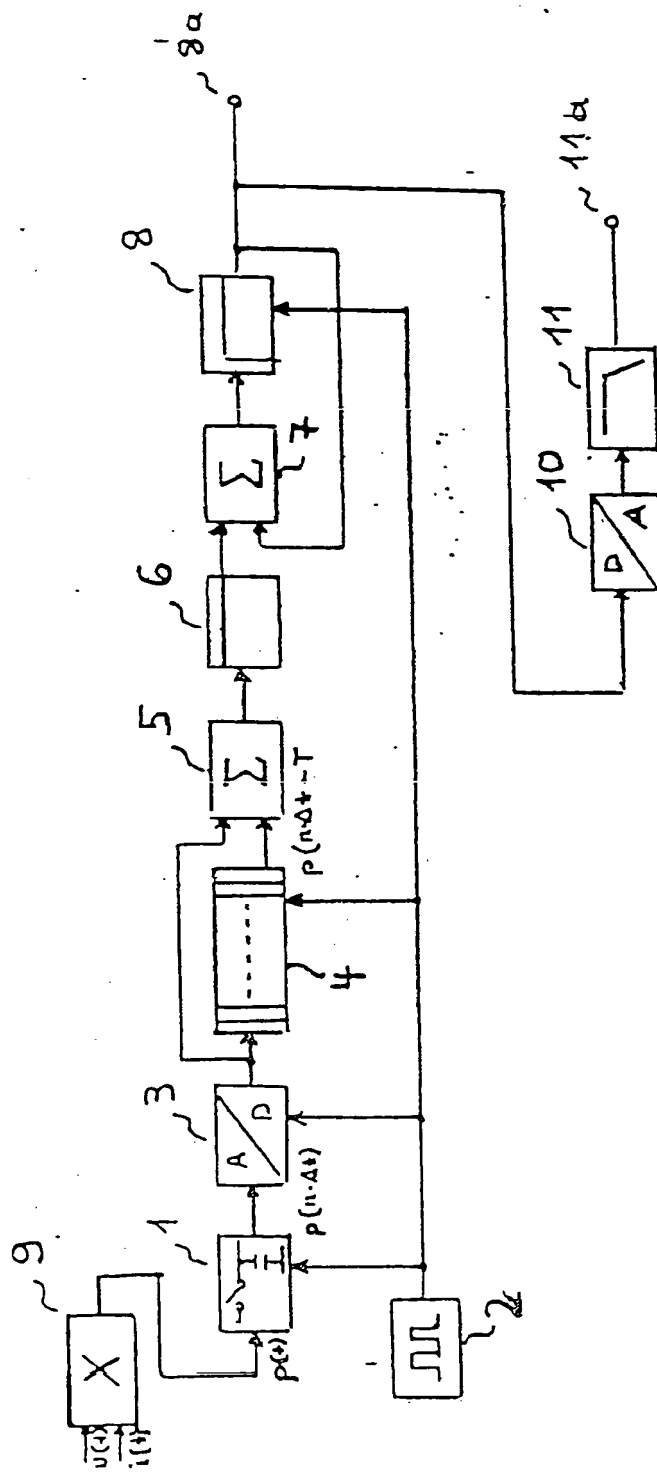
Beck, Hans-Peter, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

FUNKE, D.: »Ein digitales Energiemeßverfahren« in:
ATM Archiv für technisches Messen Blatt V 3417-3
(Juni 1974), S.107-112;

54 Anordnung zum schnellen kontinuierlichen Bestimmen der zeitlichen Mittelwerte von analogen Meßwerten

DE 3045033 C2



Patentanspruch

Anordnung zum schnellen kontinuierlichen Bestimmen der zeitlichen Mittelwerte von analogen Meßwerten, wie Effektivwerten, Wirk-, Blind- oder Scheinleistungen, sowie zeitabhängigen Fourierkoeffizienten, bei der die Meßwerte oder Fourierkoeffizienten, gegebenenfalls nach Multiplikation mit weiteren analogen Meßwerten, in einem Abtast-Halteglied amplitudendiskretisiert und durch Zuführen von Taktsignalen eines Taktgebers (2) mit einer Abtastrate Δt zeitdiskretisiert werden und bei der dem Abtast-Halteglied (1) ein ebenfalls von den Taktsignalen getakteter A/D-Wandler (3) nachgeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß an dessen Ausgang einerseits der eine Eingang eines ersten Addierers (5), andererseits ein $T/\Delta t$ -stufiges Schieberegister (4) angeschlossen ist, wobei T die Meßperiode ist, und der Inhalt der Stufen des Schieberegisters im Takt der Taktsignale des Taktgebers weitergeschoben wird, daß der Ausgang des Schieberegisters invertiert auf den anderen Eingang des Addierers geführt wird und daß das Ausgangssignal des Addierers nach Multiplikation mit einem konstanten Faktor (6) dem einen Eingang eines zweiten Addierers (7) zugeführt wird, dessen Ausgang auf ein einstufiges Schieberegister (8) führt, das ebenfalls durch die Taktsignale des Taktgebers getaktet wird, und der Ausgang des einstufigen Schieberegisters auf den anderen Eingang des zweiten Addierers zurückgeführt ist.

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einer Anordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches.

In Wechselspannungsnetzen gibt es eine Reihe von elektrischen Größen, deren Ermittlung eine Mittelwertbildung erfordert. Bei der Effektivwertbildung von Strom und Spannung oder bei der Wirk- und Blindleistungsbestimmung muß eine Mittelwertbildung durch Integration über die Periodendauer vorgenommen werden. Handelt es sich bei Strom und Spannung um nichtsinusförmige, periodische Größen, existieren neben der Grundschwingung Oberschwingungen, deren Amplituden und Phasenlagen durch die Fourierreihenentwicklung festgelegt sind. Zur Bestimmung der Fourierkoeffizienten muß ebenfalls eine Mittelwertbildung durchgeführt werden.

Aus der Literaturstelle "ATM, Archiv für technisches Messen", Blatt V 3417/3 (Juni 1974) Seiten 104 bis 112, ist ein digitales Energiemeßverfahren bekannt, bei dem die zeitlichen Mittelwerte analoger Meßwerte schnell und kontinuierlich bestimmt werden, siehe insbesondere den Absatz über Bild 2 auf Seite 108. Hierbei wird der Meßwert in einem Abtast-Halteglied durch die Zuführung von Taktsignalen eines Taktgebers zeitdiskretisiert, siehe die Sample-Hold-Stufe in Bild 2 und die zweite und dritte Zeile unter dem Bild. Dem Abtast-Halteglied ist ein A/D-Wandler (siehe Bild 2) nachgeschaltet. Zu dessen Taktersorgung werden die für die Taktersorgung des Abtast-Haltegliedes erforderlichen Taktsignale verwendet.

In Regelkreisen ist zur Verbesserung der Regeldynamik eine verzögerungsarme Istwerterfassung erwünscht. Ist diese Istwerterfassung mit einer Mittelwertbildung verbunden, werden bisher Meßumformer angewandt, die nach dem Prinzip der Phasenzahlvervielfachung arbeiten. Hierbei wird durch zusätzliche Netzwerkelemente im Meßumformer der einphasige Istwert synthetisch zu einer mehrphasigen Größe erweitert. Diese Maßnahme führt dazu, daß sich die Meßzeitkonstante proportional mit der Phasenzahl verkleinert, siehe Literaturstellen: "ETZ-A" Bd. 97 (1976) Heft 12, Seiten 759—768, Aufsatz: Gretsche, R. "Methoden zur raschen Messung von Netzspannungsschwankungen" und "Technische Mitteilungen AEG-TELEFUNKEN" Bd. 61 (1971) Heft 6, Seiten 327—329, Aufsatz: Breitenberger, F. "Verzögerungsarmer Wechselspannungs-Gleichstrom-Umsetzer zur Darstellung von Effektiv-Wirk- und Blindleistung". Der Verkleinerung der Meßkonstanten sind jedoch Grenzen gesetzt, weil sich bei ungünstiger Eingangsgrößenkonfiguration ein starkes Überschwingen der Ausgangsgrößen bemerkbar macht, das mit größer werdender Phasenzahl zunimmt. Verantwortlich für dieses in der Praxis unerwünschte Verhalten sind die differenzierenden Anteile in der Schaltungsstruktur.

Eine schnelle Istwertbildung ist besonders wichtig, wenn eine Kompensation von Blindleistung und Oberschwingungen erfolgen soll.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur schnellen, auch im Einschwingbereich richtigen und kontinuierlichen Bestimmung der oben genannten Mittelwerte anzugeben, die die genannten Nachteile nicht aufweist.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe bei der eingangs genannten Anordnung durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs angegebenen Merkmale gelöst.

Die Anordnung gemäß der Erfindung wird an Hand der Zeichnung im nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel näher dargestellt.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß für den Fall, daß wie hier die Zeitfunktion der Mittelwerte gefordert wird, eine fortlaufende Integration der Funktion, für die der zeitliche Mittelwert gebildet wird, erfolgt, was durch Einführen zeitabhängiger Integrationsgrenzen erreichbar ist. Ist $u(t)$ eine periodische Funktion mit der Periode T , so ist demnach der Mittelwert \bar{u} ansetzbar mit

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt.$$

Speziell gilt damit für die Wirkleistung $p(t)$:

$$p(t) = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} u(\tau) \cdot i(\tau) d\tau.$$

Die Differenzierung dieser Gleichung nach der Zeit ergibt

$$\frac{d}{dt} p(t) = \frac{1}{T} [u(t) i(t) - u(t-T) \cdot i(t-T)]$$

Schreibt man den Differentialquotienten in Form eines Differenzenquotienten, so folgt mit $t = n\Delta t$ mit $n=0, 1, 2, \dots$

$$\frac{p(n \cdot \Delta t) - p((n-1) \cdot \Delta t)}{\Delta t} \approx \frac{1}{T} [u(n \cdot \Delta t) \cdot i(n \cdot \Delta t) - u(n \cdot \Delta t - T) \cdot i(n \cdot \Delta t - T)]$$

oder umgeschrieben:

$$p(n \cdot \Delta t) \approx p((n-1) \cdot \Delta t) + \frac{\Delta t}{T} [p(n \cdot \Delta t) - p(n \cdot \Delta t - T)]$$

Das bedeutet, daß der aktuelle Wert $p(n \cdot \Delta t)$ sich zusammensetzt aus dem vorangegangenen und einem Korrekturwert.

In der Schaltung gemäß der Figur werden nun zunächst als analoge Eingangsgrößen die Spannung $u(t)$ und der Strom $i(t)$ einem Multiplizierer 9 zugeführt. An seinem Ausgang erscheint die Wirkleistung $\hat{u}(t)$.

Dieser Wert wird einem Abtast-Halteglied 1 zugeführt, in dem er durch die Zuführung von Taktsignalen eines Taktgebers 2 mit einer Abtastrate Δt amplituden- und zeitdiskretisiert wird. Der nachfolgenden A/D-Wandler 3 wird ebenfalls durch die Taktsignale des Taktgebers getaktet.

Der Ausgang des A/D-Wandlers führt einerseits auf einen Addierer 5, andererseits auf ein $T/\Delta t$ -stufiges Schieberegister 4, dessen Inhalt im Takt des Taktgebers weitergeschoben wird. Das Ausgangssignal dieses Schieberegisters wird negiert dem Addierer 5 zugeführt. An seinem Ausgang erscheint ein Wert, der dem vorhin erwähnten Korrekturwert entspricht.

Im nachfolgenden Multiplizierer 6 wird der Ausgangswert des Addierers 5 mit dem konstanten Faktor $\Delta t/T$ multipliziert.

Die digital auszuführende Multiplikation mit dem konstanten Faktor $\Delta t/T$ gestaltet sich besonders einfach, wenn $T = K\Delta t$ gesetzt und für K eine natürliche Zahl gewählt wird. Bei Verwendung des dualen Zahlensystems kann K gleich einer Zweierpotenz sein, weil dann die Multiplikation mit dem konstanten Faktor

$$C = \frac{\Delta t}{T} = \frac{\Delta t}{K\Delta t} = \frac{1}{K}$$

durch eine Stellenverschiebung der Dualzahl (vgl. Kommaverschiebung im dekadischen Zahlensystem) bewerkstelligt werden kann. Auf diese Weise ist kein zusätzlicher Schaltungsaufwand für die Multiplikation erforderlich.

Das Ausgangssignal des Faktorbildners 6 wird einem weiteren Addierer 7 zugeführt, dessen Ausgang auf ein einstufiges Schieberegister 8 führt. Dieses Schieberegister wird ebenfalls durch die Taktimpulse des Taktgebers 2 gesteuert. Sein Ausgang wird auf den Eingang des Addierers 7 zurückgeführt.

Wenn also der im Schieberegister 8 gespeicherte Wert $p((n-1) \cdot \Delta t)$ beträgt, wird er beim nächsten Taktimpuls zum Korrekturwert addiert und ergibt als Speicherwert $p(n \cdot \Delta t)$. Am Ausgang des Schieberegisters (Klemme 8a) erscheint beim nächsten Takt der aktuelle Wert $p(n \cdot \Delta t)$.

Wird eine analoge Ausgabe gewünscht, so wird das Ausgangssignal des Schieberegisters einem D/A-Wandler 10 mit nachfolgendem Tiefpaßfilter 11 zum Glätten der treppenförmigen Ausgangsgröße des D/A-Wandlers zugeführt. Am Ausgang (Klemme 11a) erscheint dann das entsprechende analoge Signal.

Die beschriebene Anordnung kann entsprechend auch zur Mittelwertbildung für den Effektivwert sowie für Blind- und Scheinleistung verwendet werden.

Außerdem kann sie zur Bestimmung von zeitabhängigen Fourierkoeffizienten verwendet werden. Deren Bestimmung wird, wie eingangs erwähnt, notwendig, wenn es sich bei Strom und Spannung um nichtsinusförmige, periodische Größen handelt, so daß neben der Grundschwingung Oberschwingungen existieren, deren Amplituden und Phasenlagen durch die Fourierreihenentwicklung festgelegt sind. Die Meßperiode T beträgt in diesem Fall ein Mehrfaches der Meßperiode beim rein sinusförmigen Verlauf von Spannung und Strom.

Ein besonderer Vorteil dieser digitalen Meßanordnung ist die einfache Anpassung des Rechenalgorithmus an die jeweilige Periodendauer des Meßsignals. Dazu muß lediglich die Frequenz des Taktgebers (2) verändert werden.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen